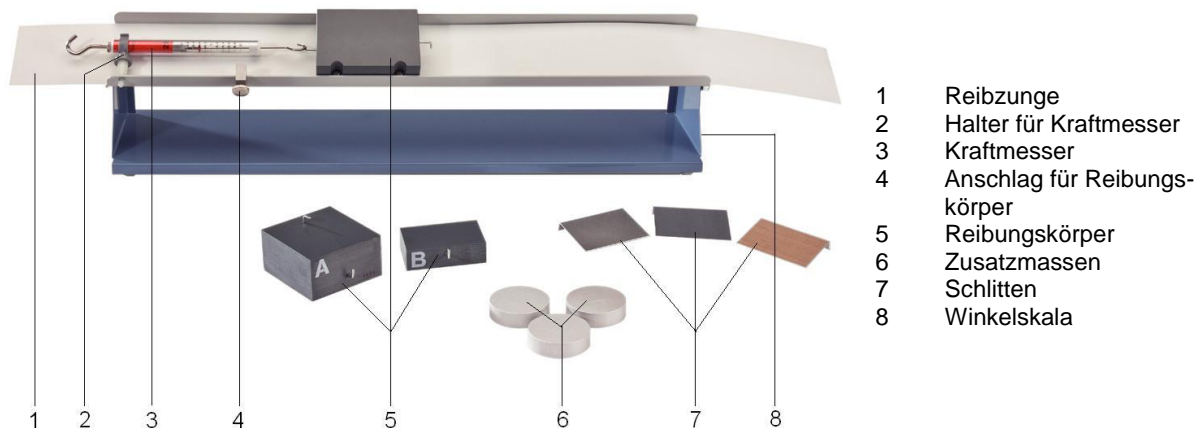


## Reibungsmessgerät 1009942

### Bedienungsanleitung

07/15 DML/ALF



- 1 Reibzunge
- 2 Halter für Kraftmesser
- 3 Kraftmesser
- 4 Anschlag für Reibungskörper
- 5 Reibungskörper
- 6 Zusatzmassen
- 7 Schlitten
- 8 Winkelskala

### 1. Beschreibung

Das Reibungsmessgerät ermöglicht die Messung der Haft- und Rollreibung zwischen verschiedenartigen Oberflächen.

Eine Reibungsbahn in Form eines drehbar gelagerten U-Profiles aus Aluminium dient als Basis für die Durchführung der Versuche. Zwischen Reibungskörper und Reibungsbahn befindet sich eine lange Reibzunge aus Kunststoff, die mit gleichmäßiger Geschwindigkeit gezogen wird. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Federkraftmesser auf der Reibungsbahn waagrecht eingehängt, der die durch die Bewegung der Reibzunge entstehende Reibungskraft zwischen den Oberflächen anzeigt.

Am Anfang der Bewegung der Reibzunge erfährt der Reibungskörper eine Haftreibung und bewegt sich mit der Reibzunge mit. Später geht die Haftreibung bei gleichmäßiger Bewegung der Reibzunge in Gleitreibung über und der Reibungskörper ruht relativ zur Reibungsbahn.

Die Reibungskörper besitzen Auflageflächen verschiedener Beschaffenheit und verschiedener Größe. Damit kann auch der Einfluss der

Größe der Auflagefläche sowie der Oberflächenbeschaffenheit auf die Reibungskraft untersucht werden.

Die Reibungsbahn kann um einen Winkel gegen die Normale geneigt werden, um so die Normalkraft zu variieren, mit der der Reibungskörper auf die Unterlage drückt.

### 2. Lieferumfang

- 1 Reibungsbahn
- 1 Reibungskörper A
- 1 Reibungskörper B
- 1 Reibungskörper C
- 1 Reibzunge
- 1 Kraftmesser
- 1 Anschlag für Reibungskörper
- 1 Schlitten, gummibeschichtet
- 1 Schlitten, teflonbeschichtet
- 1 Schlitten, unbeschichtet
- 3 Zusatzmassen, 100 g

### 3. Technische Daten

#### Reibungsbahn

U-Profil: 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Winkelskala: 0° – 60°

#### Reibzunge

Material: PVC, eine Seite glatt, eine Seite rau

Länge: 850 mm

#### Reibungskörper A

Abmessungen: 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Reibflächen: unbeschichtet

Reibflächenverhältnis: 2:1

Masse: ca. 325 g

Befestigungsösen: 2

#### Reibungskörper B

Abmessungen: 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Reibfläche: mit Velourpapier beschichtet

Masse: ca. 100 g

#### Zusatzmassen

Ausführung: passend zu Reibungskörper B

Masse: 100 g

#### Schlitten

Ausführung: passend zu Reibungskörper B

Material: Aluminium

Reibfläche: gummibeschichtet (Nr. 1),  
teflonbeschichtet (Nr. 2),  
unbeschichtet (Nr. 3)

Abmessungen: 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Reibungskörper C

Abmessungen: 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Reibfläche: mit Velourpapier beschichtet

Masse: 325 g

Befestigungsösen: 2

Rollen: 2, kugelgelagert

#### Kraftmesser

Messbereich: 2 N, Zug- und Druckkraft

### 4. Aufbau

- Kraftmesser in Halter befestigen.
- Anschlag für Reibungskörper auf dem U-Profil festklemmen. (Der Anschlag verhindert beim Zurückschieben der Reibzunge einen eventuellen raschen Rückschlag des Reibungskörpers.)

### 5. Messungen mit waagerechter Reibungsbahn

- Reibungsbahn so ausrichten, dass sich der Zeiger der Winkelskala in der Nullstellung befindet.
- Reibungszunge wahlweise mit glatter oder rauher Seite auf die Bahn legen und einen Reibungskörper (siehe Fig. 1 und 2) darauf platzieren.

#### 5.1 Haftreibung

- Reibungszunge in eine gleichmäßige Bewegung versetzen.
- Maximalen Messwert am Kraftmesser ablesen, solange der Reibungskörper von der Zunge mitgezogen wird.
- Die Messung mehrfach wiederholen und aus den Daten den Mittelwert bilden.

Dieser Wert ist ein Maß für die Haftreibungskraft.

#### 5.2 Gleitreibung

- Messung wie unter 5.1 beschrieben durchführen, jedoch Messwert am Kraftmesser ablesen, sobald der Reibungskörper nicht mehr mitbewegt wird und relativ zur Reibungsbahn ruht.
- Die Messung mehrfach wiederholen und aus den Daten den Mittelwert bilden.

Dieser Wert ist ein Maß für die Gleitreibungskraft.

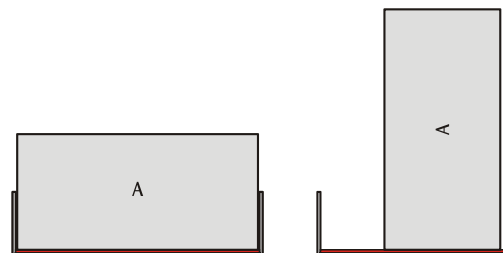


Fig. 1: Untersuchung von Haft- und Gleitreibung mit Reibungskörper A für zwei verschiedene Größen der Auflagefläche.

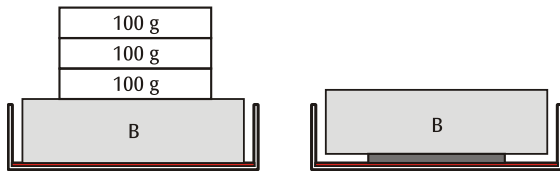


Fig. 2: Untersuchung von Haft- und Gleitreibung mit Reibungskörper B für verschiedene Massen (links) und verschiedene Materialien der Auflagefläche durch Verwendung von Schlitten mit aufgeklebter Folie (rechts).

## 6. Messungen bei geneigter Reibungsbahn

Die Reibungsbahn kann um einen Winkel  $\varphi$  gegen die Normale geneigt werden. Dadurch ändert sich die Normalkraft  $F_N$  gegenüber der Gewichtskraft  $G$  gemäß  $F_N = G \cdot \cos\varphi$

- Reibungsbahn so ausrichten, dass sich der Zeiger der Winkelskala in der gewünschten Neigung ( $0^\circ - 60^\circ$ ) befindet.
- Reibungszunge wahlweise mit glatter oder rauer Seite auf die Bahn legen
- Reibungskörper C flach darauf legen, so dass die Rollen auf der nach unten geneigten Schmalseite aufliegen (siehe Fig. 3).

### 6.1 Haftreibung

- Reibungszunge in eine gleichmäßige Bewegung versetzen.
- Maximalen Messwert am Kraftmesser ablesen, solange der Reibungskörper von der Zunge mitgezogen wird.
- Die Messung mehrfach wiederholen und aus den Daten den Mittelwert bilden.

Dieser Wert ist ein Maß für die Haftreibungskraft.

### 6.2 Gleitreibung

- Messung wie unter 6.1 beschrieben durchführen, jedoch Messwert am Kraftmesser ablesen, sobald der Reibungskörper nicht mehr mitbewegt wird.
- Die Messung mehrfach wiederholen und aus den Daten den Mittelwert bilden.

Dieser Wert ist ein Maß für die Gleitreibungskraft.

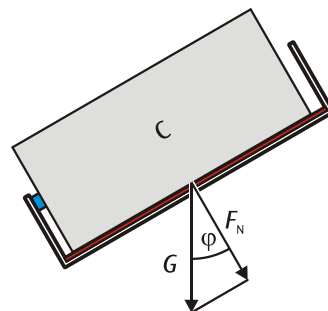
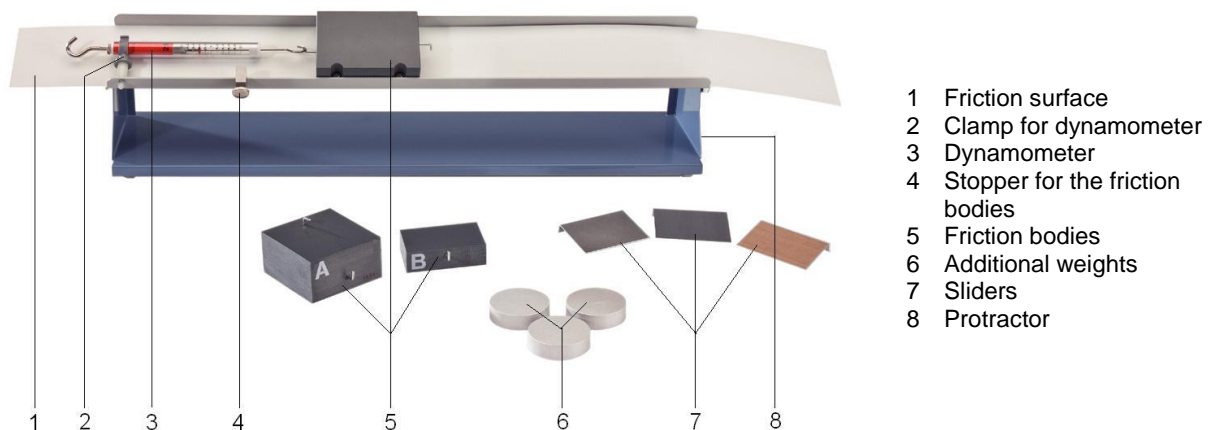


Fig. 3: Messungen bei geneigter Reibungsbahn mit Reibungskörper C

## Friction Measuring Apparatus 1009942

### Instruction sheet

07/15 DML/ALF



### 1. Description

The friction measuring apparatus is used to measure static and rolling friction between different kinds of surfaces.

A friction track in the form of a mounted, rotating U-shaped structure made of aluminium serves as the basis for the experiments. Between the friction bodies and the friction plane, there is a long, inlaid friction surface made of plastic, which can be pulled at a uniform velocity. At the opposite end, a dynamometer is horizontally clamped to the friction track. The dynamometer shows the frictional forces between the surfaces, resulting from the movement of the sliding friction surface.

When the friction surface begins to move, the body resting upon it experiences static friction and is dragged along with the sliding surface. As the sliding friction surface continues to be moved at uniform velocity, the static friction changes to sliding friction and the friction body remains at a state of rest relative to the friction plane.

The friction bodies have surfaces of different areas and degrees of roughness. This makes it possible to investigate the influence the area of contact and the nature of the surface has on the frictional forces.

It is possible to vary the angle of the friction track, thereby creating an incline to the horizontal plane. In this way, the normal force with which the friction body acts upon the particular surface can be made to vary.

### 2. Scope of delivery

- 1 Friction plane
- 1 Friction body A
- 1 Friction body B
- 1 Friction body C
- 1 Sliding friction surface
- 1 Dynamometer
- 1 Stopper for the friction bodies
- 1 Sliders, rubber-coated
- 1 Sliders, Teflon-coated
- 1 Sliders, uncoated
- 3 Additional weights, 100 g

### 3. Technical data

#### Friction track

U-shaped track: 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Protractor: 0° – 60°

#### Sliding friction surface

Material: PVC, smooth on one side and coarse on the other side

Length: 850 mm

#### Friction body A

Dimensions: 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Surface: Uncoated

Surface area ratio: 2:1

Weight: 325 g approx.

Fastening rings: 2

#### Friction body B

Dimensions: 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Surface: Coated with velour paper

Weight: 100 g approx.

#### Additional weights

Design: To fit friction body B

Weight: 100 g

#### Sliders

Design: To fit friction body B

Material: Aluminium

Surface: Rubber-coated (No. 1),  
Teflon-coated (No. 2),  
Uncoated (No. 3)

Dimensions: 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Friction body C

Dimensions: 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Surface: Coated with velour paper

Weight: 325 g

Securing rings: 2

Castors: 2, ball-bearings

#### Dynamometer

Measuring range: 2 N, tension and compression

### 4. Set-up

- Secure the dynamometer by means of the clamp.
- Attach a stopper for the friction body to the U-shaped track (the stopper prevents any sudden recoil of the friction body that might arise as the sliding friction surface is pushed back.)

### 5. Measurements conducted on a horizontal friction plane

- Align the friction track so that the pointer on the protractor is in the zero position.
- Insert the sliding friction surface into the friction track either with its smooth or coarse facing down. Then place a friction body onto the sliding friction surface. (See Fig. 1 and Fig. 2.)

#### 5.1 Static friction

- Pull the sliding friction surface, making sure it is displaced with a uniform motion.
- Read the maximum value from the dynamometer while the friction body is still being dragged along with the sliding friction surface.
- Perform this measurement on several occasions and calculate the average.

This value represents a measure of the static frictional force.

#### 5.2 Sliding friction

- Conduct measurements as described under 5.1. However, take the reading on the dynamometer as soon as the friction body has stopped moving along with the sliding friction surface.
- Perform this measurement on several occasions and calculate the average.

This value represents a measure of the sliding frictional force.

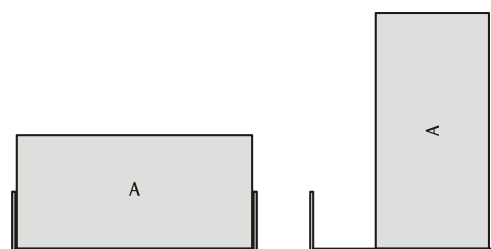


Fig. 1: Investigation of static and sliding friction with friction body A with two different contact areas.

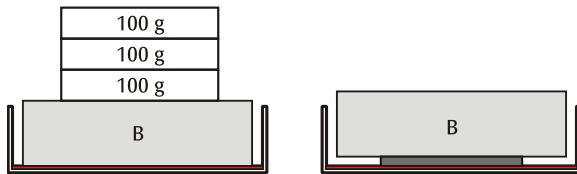


Fig. 2: Investigation of static and sliding friction with friction body B with different weights (left) and different materials constituting the contact surface, in that a different surface coating is glued to the sliders (right)

## 6. Measurements conducted when the friction plane is at an incline

The friction track can be inclined by an angle  $\varphi$  from the normal. As a result, the normal force  $F_N$  exerted by a weight  $G$  changes according to the equation:  $F_N = G \cdot \cos\varphi$ .

- Align the friction surface so that the pointer of the protractor is set to the desired inclination ( $0 - 60^\circ$ ).
- Insert the sliding friction surface into the friction track either with its smooth or coarse facing down.
- Place friction body C onto the sliding friction surface so that the castors on the narrow side face downwards towards the track wall (see Fig. 3).

### 6.1 Static friction

- Pull the sliding friction surface, making sure it is displaced with a uniform motion.
- Read the maximum value from the dynamometer while the friction body is still being dragged along with the sliding friction surface.
- Perform this measurement on several occasions and calculate the average.

This value represents a measure of the static frictional force.

### 6.2 Sliding friction

- Conduct measurements as described under 6.1. However, take the reading on the dynamometer as soon as the friction body has stopped moving along with the sliding friction surface.
- Perform this measurement on several occasions and calculate the average.

This value represents a measure of the sliding frictional force.

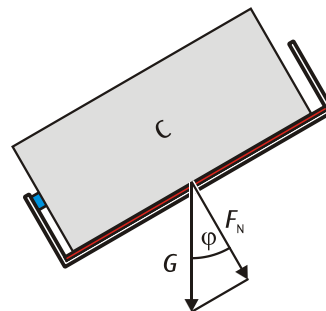
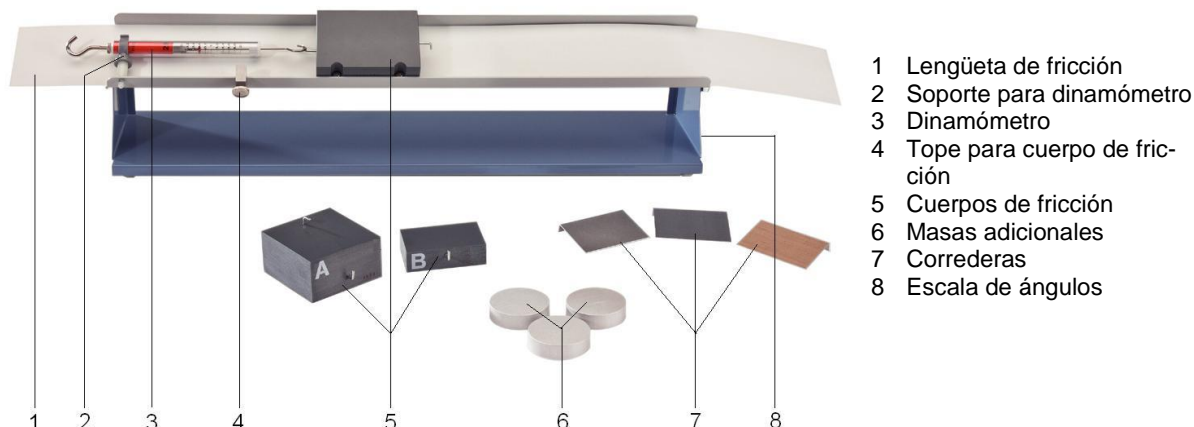


Fig. 3: Measurements conducted with friction body C when the friction track is inclined

## Aparato de medida de fricción 1009942

### Instrucciones de uso

07/15 DML/ALF



- 1 Lengüeta de fricción
- 2 Soporte para dinamómetro
- 3 Dinamómetro
- 4 Tope para cuerpo de fricción
- 5 Cuerpos de fricción
- 6 Masas adicionales
- 7 Correderas
- 8 Escala de ángulos

### 1. Descripción

El instrumento de medición de fricción posibilita la medición de la adherencia y fricción de rodadura entre superficies de distintas características.

Una pista de fricción en forma de un perfil en U giratorio, de aluminio, sirve de base para la ejecución de los ensayos. Entre los cuerpos y la pista de fricción se encuentra una lengüeta de fricción larga, de plástico, la que es tirada con velocidad continua. En el lado de enfrente se encuentra un dinamómetro, sobre la pista de fricción, colgado horizontalmente, el mismo que indica la fuerza producida por el movimiento de la lengüeta de fricción.

Al principio del movimiento de la lengüeta de fricción, el cuerpo experimenta una fricción de adherencia y se mueve junto con la lengüeta de fricción. Después, la fricción de adherencia, con el movimiento continuo de la lengüeta de fricción, se convierte en fricción de deslizamiento y el cuerpo de fricción descansa, relativamente, sobre la pista de fricción.

Los cuerpos de fricción poseen superficies de apoyo de diferentes características y tamaños, con lo cual se puede también analizar la influen-

cia que ejerce sobre la fuerza de fricción el tamaño de la superficie de apoyo, al igual que sus características.

La pista de fricción puede inclinarse angularmente contra la normal y, así, variar la fuerza normal con la que el cuerpo de fricción presiona la base.

### 2. Volumen de suministro

- 1 Pista de fricción
- 1 Cuerpo de fricción A
- 1 Cuerpo de fricción B
- 1 Cuerpo de fricción C
- 1 Lengüeta de fricción
- 1 Dinamómetro
- 1 Tope para cuerpo de fricción
- 1 Corredera, revestida con caucho
- 1 Corredera, revestida con teflón
- 1 Corredera, sin revestimiento
- 3 Masas adicionales, 100 g

### 3. Datos técnicos

#### Pista de fricción

Perfil en U: 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Escala de ángulos: 0° – 60°

#### Lengüeta de fricción

Material: PVC, un lado liso, un lado áspero

Longitud: 850 mm

#### Cuerpo de fricción A

Dimensiones: 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Superficie de fricción: sin revestimiento

Relación de superficie de fricción: 2:1

Peso: aprox. 325 g

Ojetes de fijación: 2

#### Cuerpo de fricción B

Dimensiones: 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Superficie de fricción: recubierto de papel aterciopelado

Peso: aprox. 100 g

#### Masas adicionales

Diseño: apropiado para cuerpo de fricción B

Masa: 100 g

#### Correderas

Diseño: apropiado para cuerpo de fricción B

Material: aluminio

Superficie de fricción: revestida con caucho (No.1), revestido con teflón (No. 2), sin revestimiento (No. 3)

Dimensiones: 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Cuerpo de fricción C

Dimensiones: 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Superficie de fricción: recubierto de papel aterciopelado

Peso: 325 g

Ojetes de fijación: 2

Rodillos: 2, apoyados en rodamientos de bolas

#### Dinamómetro

Alcance de medición: 2 N, fuerza de tracción y fuerza de compresión

### 4. Montaje

- Fijar el dinamómetro en el soporte.
- Apretar el tope para los cuerpos de fricción sobre el perfil en U. (El tope impide que al retroceder la lengüeta de fricción se produzca un eventual rebote rápido del cuerpo de fricción.)

### 5. Mediciones en pista de fricción horizontal

- Ajustar la pista de fricción de manera que el indicador de la escala de ángulos se encuentre en la posición cero.
- Colocar la lengüeta de fricción, a elección, con el lado liso o áspero en la pista y posicionar encima un cuerpo de fricción (ver fig. 1 y 2).

#### 5.1 Fricción de adherencia

- Desplazar la lengüeta de fricción en un movimiento continuo.
- Leer el valor máximo de medición en el dinamómetro, mientras el cuerpo de fricción es tirado por la lengüeta.
- Repetir la medición varias veces y sacar el promedio de los datos.

Este valor constituye una medida de la fuerza de fricción adherente.

#### 5.2 Fricción de deslizamiento

- Realizar la medición como se describe en 5.1; sin embargo, leer el valor de medición en el dinamómetro tan pronto como el cuerpo de fricción deje de moverse.
- Repetir la medición varias veces y sacar el promedio de los datos.

Este valor constituye una medida de la fuerza de fricción de deslizamiento.

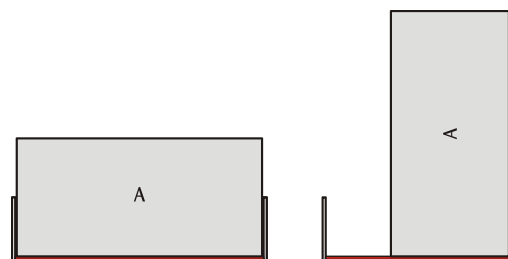


Fig. 1: Investigación de la fricción de adherencia y de deslizamiento con el cuerpo de fricción A para dos diferentes tamaños de la superficie de apoyo.



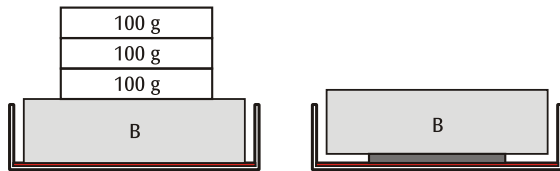


Fig. 2: Investigación de la fricción de adherencia y de deslizamiento con cuerpo de fricción B para diferentes masas (izquierda) y diferentes materiales de la superficie de apoyo, usando correderas pegadas con láminas (derecha).

## 6. Mediciones en pista de fricción inclinada

La pista de fricción se puede inclinar en un ángulo  $\varphi$  contra la normal. Así se cambia la fuerza normal  $F_N$  frente a la fuerza de peso  $G$  de acuerdo con la ecuación:  $F_N = G \cdot \cos\varphi$

- Ajustar la pista de fricción de manera que el indicador de la escala de ángulos se encuentre en la inclinación deseada ( $0^\circ - 60^\circ$ ).
- Colocar la lengüeta de fricción, a elección, con el lado liso o áspero en la pista.
- Colocar el cuerpo de fricción C sobre la placa, de modo que los rodillos se apoyen sobre el lado inclinado más estrecho hacia abajo (ver Fig. 3).

### 6.1 Fricción de adherencia

- Desplazar la lengüeta de fricción en un movimiento continuo.
- Leer el valor máximo de medición en el dinamómetro mientras el cuerpo de fricción es tirado por la lengüeta.
- Repetir la medición varias veces y sacar el promedio de los datos.

Este valor constituye una medida de la fuerza de fricción adherente.

### 6.2 Fricción de deslizamiento

- Realizar la medición como está descrito en 6.1 sin embargo, leer el valor de medición en el dinamómetro, tan pronto como el cuerpo de fricción deje de moverse.
- Repetir la medición varias veces y sacar el promedio de los datos.

Este valor constituye una medida de la fuerza de fricción de deslizamiento.

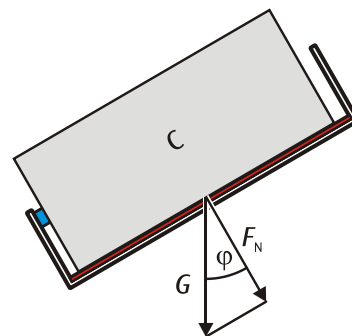
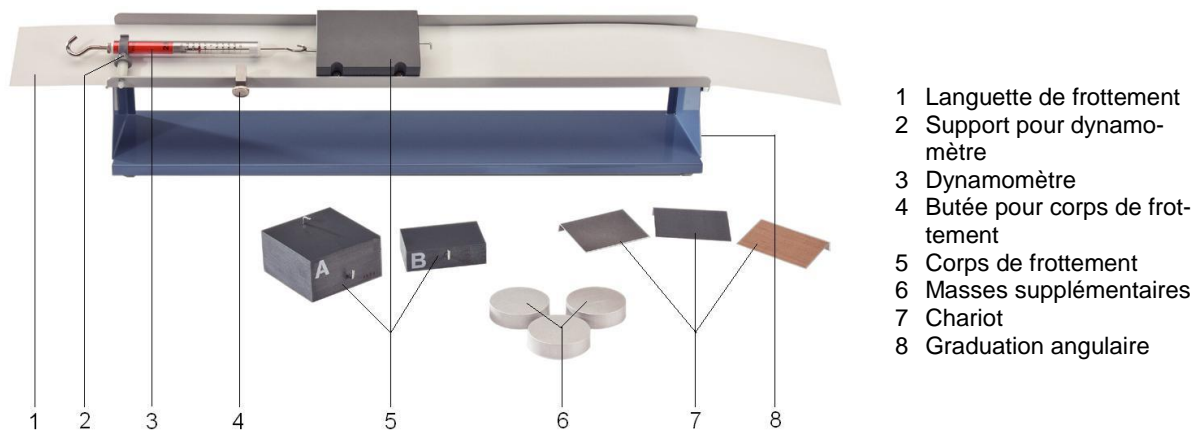


Fig. 3: Mediciones en pista de fricción inclinada con cuerpo de fricción C.

## Tribomètre : banc d'étude des frottements 1009942

### Instructions d'utilisation

07/15 DML/ALF



- 1 Languette de frottement
- 2 Support pour dynamomètre
- 3 Dynamomètre
- 4 Butée pour corps de frottement
- 5 Corps de frottement
- 6 Masses supplémentaires
- 7 Chariot
- 8 Graduation angulaire

### 1. Description

Le tribomètre permet de mesurer le frottement par adhérence et de roulement entre des surfaces de différentes natures.

Une trajectoire de frottement présentant la forme d'un profilé en U pivotable en aluminium sert de base à la réalisation des expériences. Entre le corps de frottement et la trajectoire se trouve une longue languette en plastique tirée à vitesse constante. Sur le côté opposé, un dynamomètre à ressort, accroché horizontalement à la trajectoire de frottement, indique la force de frottement occasionnée entre les surfaces par le mouvement de languette.

Au début du mouvement de la languette, le corps de frottement subit un frottement par adhérence et se déplace avec la languette. Par la suite, le mouvement de la languette restant constant, le frottement par adhérence se transforme en frottement de glissement et le corps est au repos par rapport à la trajectoire de frottement.

Les corps possèdent des surfaces d'appui de différentes natures et tailles. Il est possible ainsi

d'étudier l'influence de la taille de la surface d'appui ainsi que de la nature de la surface sur la force de frottement.

La trajectoire peut être inclinée par rapport à la normale, permettant ainsi de varier la force normale exercée par le corps sur l'appui.

### 2. Matériel fourni

- 1 trajectoire de frottement
- 1 corps de frottement A
- 1 corps de frottement B
- 1 corps de frottement C
- 1 languette de frottement
- 1 dynamomètre
- 1 butée pour corps de frottement
- 1 chariot revêtu de caoutchouc
- 1 chariot revêtu de téflon
- 1 chariot sans revêtement
- 3 masses supplémentaires, 100 g

### 3. Caractéristiques techniques

#### Trajectoire de frottement

Profilé en U : 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Graduation angulaire : 0 – 60°

#### Languette de frottement

Matériau : PVC, un côté lisse, l'autre rugueux

Longueur : 850 mm

#### Corps A

Dimensions : 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Matériau : PVC

Surfaces de frottement : sans revêtement

Rapport des surfaces de frottement : 2:1

Masse : env. 325 g

Anneaux de fixation : 2

#### Corps B

Dimensions : 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Matériau : PVC

Surface de frottement : revêtu de papier velours

Masse : env. 100 g

#### Masses supplémentaires

Exécution : adapté au corps B

Masse : 100 g

#### Chariot

Exécution : adapté au corps B

Matériau : aluminium

Surface de frottement : caoutchouc (n° 1), téflon (n° 2), sans revêtement (n° 3)

Dimensions : 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Corps C

Dimensions : 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Surface de frottement : revêtu de papier velours

Masse : 325 g

Anneaux de fixation : 2

Poulies : 2, logées sur roulement à billes

#### Dynamomètre

Plage de mesure : 2 N, force de traction et de pression

### 4. Montage

- Fixez le dynamomètre dans le support.
- Fixez la butée pour les corps sur le profilé en U (lorsque vous ramenez la languette en arrière, la butée empêche un éventuel retour rapide du corps de frottement).

### 5. Mesures avec trajectoire de frottement horizontale

- Ajustez la trajectoire de manière à ce que l'aiguille de la graduation angulaire indique zéro.
- Posez la languette au choix sur le côté lisse ou rugueux de la trajectoire et placez dessus l'un des corps de frottement (cf. fig. 1 et 2).

#### 5.1 Frottement par adhérence

- Mettre la languette en mouvement. Le mouvement doit être constant.
- Lisez la valeur de mesure maximale sur le dynamomètre, tant que le corps suit la languette.
- Répétez plusieurs fois la mesure, puis calculez la moyenne.

Cette valeur constitue une mesure pour la force de frottement par adhérence.

#### 5.2 Frottement de glissement

- Effectuez la mesure comme décrite au paragraphe 5.1, mais lisez la valeur sur le dynamomètre dès que le corps ne suit plus la languette.
- Répétez plusieurs fois la mesure, puis calculez la moyenne.

Cette valeur constitue une mesure pour la force de frottement de glissement.

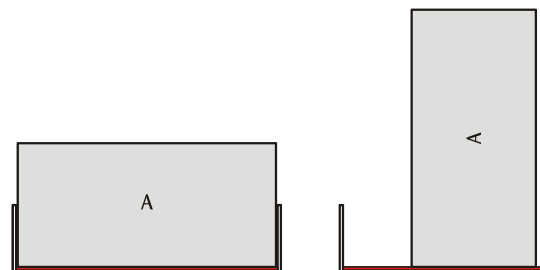


Fig. 1 : Étude du frottement par adhérence et de glissement avec le corps A pour deux tailles de la surface d'appui.

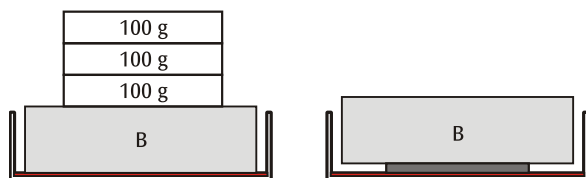


Fig. 2 : Étude du frottement par adhérence et de glissement avec le corps B pour différentes masses (à gauche) et différents matériaux de la surface d'appui, avec emploi du chariot revêtu d'un film adhérent (à droite).

## 6. Mesures avec trajectoire de frottement inclinée

La trajectoire de frottement peut être inclinée  $\varphi$  par rapport à la normale. La force normale  $F_N$  se modifie par rapport à la force massique  $G$  d'après l'équation  $F_N = G \cdot \cos\varphi$ .

- Ajustez la trajectoire de manière à ce que l'aiguille de la graduation angulaire se situe dans l'inclinaison souhaitée (entre 0 et 60°).
- Posez la languette sur la trajectoire au choix avec le côté lisse ou rugueux.
- Placez le corps C à plat par-dessus, de manière à ce que les poulies reposent sur le côté étroit incliné vers le bas (cf. fig. 3).

### 6.1 Frottement par adhérence

- Mettre la languette en mouvement. Le mouvement doit être constant.
- Lisez la valeur de mesure maximale sur le dynamomètre, tant que le corps suit la languette.
- Répétez plusieurs fois la mesure, puis calculez la moyenne.

Cette valeur constitue une mesure pour la force de frottement par adhérence.

### 6.2 Frottement de glissement

- Effectuez la mesure comme décrite au paragraphe 6.1, mais lisez la valeur sur le dynamomètre dès que le corps ne suit plus la languette.
- Répétez plusieurs fois la mesure, puis calculez la moyenne.

Cete valeur constitue une mesure pour la force de frottement de glissement.

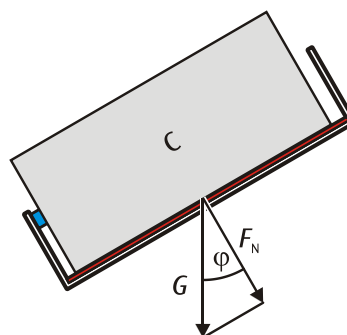
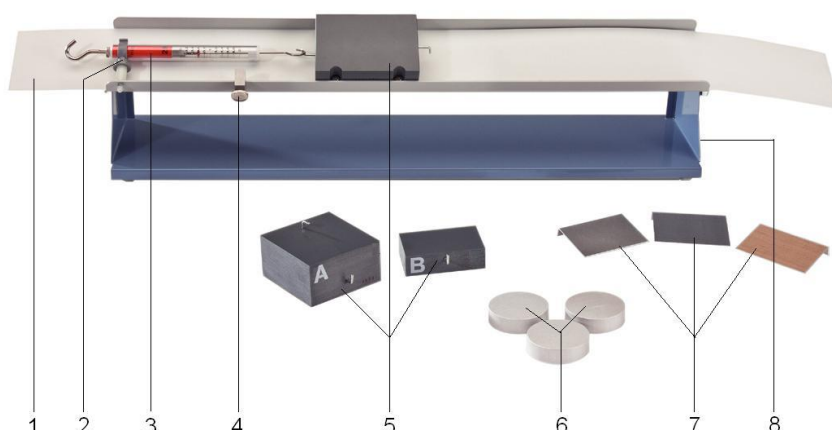


Fig. 3 : Mesures avec corps C sur une trajectoire de frottement inclinée

## Apparecchio di misurazione dell'attrito 1009942

### Istruzioni per l'uso

07/15 DML/ALF



- 1 Indicatore di attrito
- 2 Supporto per dinamometro
- 3 Dinamometro
- 4 Battuta per il corpo di attrito
- 5 Corpi di attrito
- 6 Pesi supplementari
- 7 Slitte
- 8 Scala angolare

### 1. Descrizione

L'apparecchio di misurazione dell'attrito permette di misurare l'attrito statico e l'attrito volvente tra superfici con caratteristiche diverse.

Una rotaia di attrito a forma di profilato a U in alluminio, montato in modo girevole, serve da base per l'esecuzione degli esperimenti. Tra il corpo di attrito e la rotaia di attrito è presente un indicatore di attrito lungo in plastica che viene trascinato con una velocità uniforme. Sul lato opposto è agganciato orizzontalmente alla rotaia di attrito un dinamometro a molla che indica la forza di attrito tra le superfici generata dallo spostamento dell'indicatore di attrito.

Quando l'indicatore di attrito inizia a spostarsi, il corpo di attrito è soggetto a un attrito statico e si sposta assieme all'indicatore di attrito. Successivamente l'attrito statico, in presenza di uno spostamento uniforme dell'indicatore di attrito, si trasforma in attrito radente e il corpo di attrito si arresta rispetto alla rotaia di attrito.

I corpi di attrito possiedono superfici di appoggio di diversa natura e di diverse dimensioni. In tal modo è possibile esaminare anche l'influsso delle dimensioni delle superfici di appoggio nonché

della natura della superficie sulla forza di attrito.

La rotaia di attrito può essere inclinata di un angolo rispetto alla perpendicolare per variare la forza normale con cui il corpo di attrito preme sulla base.

### 2. Fornitura

- 1 Rotaia di attrito
- 1 Corpo di attrito A
- 1 Corpo di attrito B
- 1 Corpo di attrito C
- 1 Indicatore di attrito
- 1 Dinamometro
- 1 Battuta per il corpo di attrito
- 1 Slitta, rivestita in gomma
- 1 Slitta, rivestita in teflon
- 1 Slitta, non rivestita
- 3 Pesi supplementari, 100 g

### 3. Dati tecnici

#### Rotaia di attrito

Profilato a U: 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Scala angolare: da 0° a 60°

#### Indicatore di attrito

Materiale: PVC, un lato liscio, un lato ruvido

Lunghezza: 850 mm

#### Corpo di attrito A

Dimensioni: 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Materiale: PVC

Superfici di attrito: non rivestite

Rapporto tra le superfici di attrito: 2:1

Peso: ca. 325 g

Occhielli di fissaggio: 2

#### Corpo di attrito B

Dimensioni: 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Materiale: PVC

Superficie di attrito: con rivestimento in carta vellutata

Peso: ca. 100 g

#### Pesi supplementari

Versione: idonea al corpo di attrito B

Peso: 100 g

#### Slitta

Versione: idonea al corpo di attrito B

Materiale: alluminio

Superficie di attrito: rivestita in gomma (n° 1), rivestita in teflon (n° 2), non rivestita (n° 3)

Dimensioni: 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Corpo di attrito C

Dimensioni: 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Superficie di attrito: con rivestimento in carta vellutata

Peso: 325 g

Occhielli di fissaggio: 2

Pulegge: 2, dotate di cuscinetti a sfere

#### Dinamometro

Range di misura: 2 N, trazione e pressione

### 4. Montaggio

- Fissare il dinamometro nel supporto.
- Bloccare la battuta per i corpi di attrito sul profilato a U (la battuta impedisce durante il ritorno dell'indice di attrito un eventuale improvviso contraccolpo del corpo di attrito).

### 5. Misurazioni con la rotaia di attrito orizzontale

- Allineare la rotaia di attrito in modo tale che l'indicatore delle scala angolare si trovi sullo zero.
- Collocare l'indicatore di attrito a scelta con il lato liscio o con il lato ruvido sulla rotaia e posizionarvi sopra un corpo di attrito (ved. fig. 1 e 2).

#### 5.1 Attrito statico

- Mettere in movimento uniformemente l'indicatore di attrito.
- Leggere il valore misurato massimo sul dinamometro fino a quando il corpo di attrito viene trascinato assieme all'indicatore.
- Ripetere più volte la misurazione e dai dati ricavare il valore medio.

Questo valore è una misura della forza dell'attrito statico.

#### 5.2 Attrito radente

- Eseguire la misurazione come descritto al punto 5.1, tuttavia leggere il valore misurato sul dinamometro non appena il corpo di attrito non viene più trascinato.
- Ripetere più volte la misurazione e dai dati ricavare il valore medio.

Questo valore è una misura della forza dell'attrito radente.

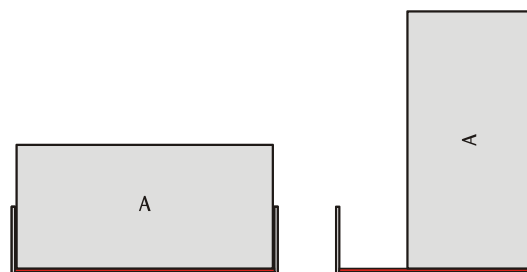


Fig. 1: Analisi dell'attrito statico e dell'attrito radente con il corpo di attrito A per due diverse dimensioni della superficie di appoggio.

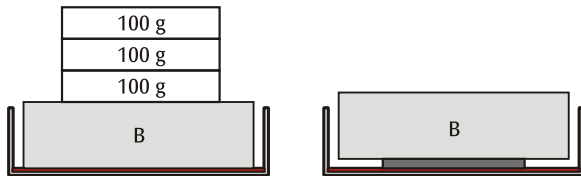


Fig. 2: Analisi dell'attrito statico e dell'attrito radente con corpo di attrito B per diversi pesi (sinistra) e diversi materiali della superficie di appoggio utilizzando una slitta con pellicola incollata (destra).

## 6. Misurazione con rotaia di attrito inclinata

La rotaia di attrito può essere inclinata di un angolo  $\varphi$  rispetto alla perpendicolare. In tal modo la forza normale  $F_N$  cambia rispetto alla forza del peso  $G$  in base all'equazione  $F_N = G \cdot \cos\varphi$

- Allineare la rotaia di attrito in modo tale che l'indicatore delle scala angolare si trovi nell'inclinazione desiderata ( $0^\circ$ - $60^\circ$ ).
- Collocare l'indice di attrito a scelta con il lato liscio o con il lato ruvido sulla rotaia.
- Collocarvi sopra in piano il corpo di attrito C in modo tale che le pulegge poggino sul lato stretto inclinato verso il basso (ved. fig. 3).

### 6.1 Attrito statico

- Mettere in movimento uniformemente l'indicatore di attrito.
- Leggere il valore misurato massimo sul dinamometro fino a quando il corpo di attrito viene trascinato assieme all'indicatore.
- Ripetere più volte la misurazione e dai dati ricavare il valore medio.

Questo valore è una misura della forza dell'attrito statico.

### 6.2 Attrito radente

- Eseguire la misurazione come descritto al punto 6.1, tuttavia leggere il valore misurato sul dinamometro non appena il corpo di attrito non viene più trascinato.
- Ripetere più volte la misurazione e dai dati ricavare il valore medio.

Questo valore è una misura della forza dell'attrito radente.

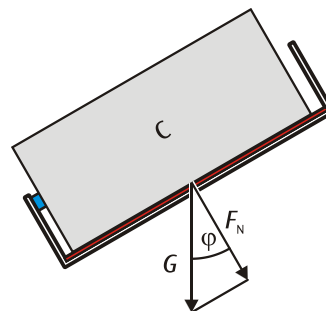
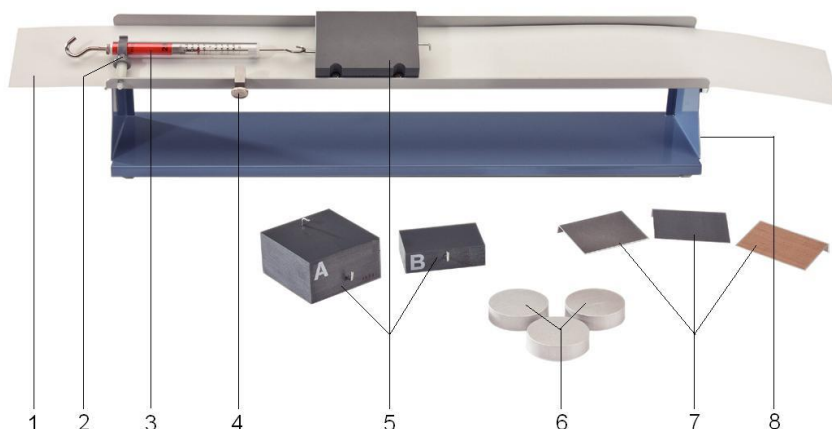


Fig. 3: Misurazioni in caso di rotaia inclinata con corpo di attrito C

## Aparelho medidor de atrito 1009942

### Instruções de operação

07/15 DML/ALF



- 1 Placa de atrito
- 2 Suporte para o dinamômetro
- 3 Dinamômetro
- 4 Freio para corpo de atrito
- 5 Corpo de atrito
- 6 Massas adicionais
- 7 Patins
- 8 Escala angular

### 1. Descrição

O aparelho de medição do atrito permite a medição do atrito estático e dinâmico entre superfícies de diversos tipos.

Um trilho de atrito na forma de um perfil em U de alumínio serve de base para a execução das experiências. Entre o corpo de atrito e o trilho de atrito encontra-se uma longa placa de atrito feita de plástico que é puxada a velocidade regular. Do lado oposto encontra-se um medidor de forças de mola pendurado horizontalmente sobre o trilho de atrito, que indica a força de atrito que surge entre as superfícies.

No início do movimento da placa de atrito, o corpo de atrito sofre um atrito estacionário e se move junto com a placa de atrito. Mas tarde, com o movimento regular da placa de atrito, o atrito passa a ser atrito deslizante e o corpo de atrito repousa em relação ao trilho de atrito.

Os corpos de atrito possuem superfícies de apoio com características diferentes e de tamanhos diferentes. Com isto, pode ser pesquisada a influência do tamanho da superfície de atrito assim como das suas características estruturais.

O trilho de atrito pode ser inclinado num ângulo em relação à normal de modo a variar a força normal, pela qual o corpo de atrito pressiona a superfície sobre a qual se encontra.

### 2. Fornecimento

- 1 trilho de atrito
- 1 corpo de atrito A
- 1 corpo de atrito B
- 1 corpo de atrito C
- 1 placa de atrito
- 1 dinamômetro
- 1 freio para corpo de atrito
- 1 patim, revestido de borracha
- 1 patim, revestido de teflon
- 1 patim, não revestido
- 3 massas adicionais, 100 g



### 3. Dados técnicos

#### Trilho de atrito

Perfil em U: 600 x 80 x 20 mm<sup>3</sup>

Escala angular: 0° à 60°

#### Placa de atrito

Material: PVC, um lado liso e outro rugoso

Comprimento: 850 mm

#### Corpo de atrito A

Dimensões: 79 x 38 x 73 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Superfície de atrito: não revestido

Relação entre as superfícies de atrito: 2:1

Massa: aprox. 325 g

Argolas de fixação: 2

#### Corpo de atrito B

Dimensões: 73 x 20 x 47 mm<sup>3</sup>

Material: PVC

Superfície de atrito: coberto com papel veludo

Massa: aprox. 100 g

#### Massas adicionais

Forma: adaptada ao corpo de atrito B

Massa: 100 g

#### Patim

Forma: adaptada ao corpo de atrito B

Material: Alumínio

Superfície de atrito: revestida de borracha (Nº. 1), revestida de teflon (Nº. 2), não revestida (Nº. 3)

Dimensões: 55 x 55 x 15 mm<sup>3</sup>

#### Corpo de atrito C

Dimensões: 75 x 31 x 105 mm<sup>3</sup>

Superfície de atrito: coberto com papel veludo

Massa: 325 g

Argolas de fixação: 2

Rolos: 2, com rolimãs

#### Dinamômetro

Faixa de medição: 2 N, força de arrastre e de pressão

### 4. Montagem

- Fixar o medidor de forças no suporte.
- Prender o freio para o corpo de atrito à perfil em U. (O freio impede um golpe repentino do corpo de atrito.)

### 5. Medição com trilho de atrito horizontal

- Ajeitar o trilho de atrito de modo que o indicador da escala angular se encontre em zero.
- Colocar a placa de atrito sobre o trilho, com o lado liso ou rugoso a vista conforme a escolha, e colocar um corpo de atrito sobre a placa. (veja fig. 1 e 2).

#### 5.1 Atrito estático

- Mover a placa de atrito com um movimento regular graças.
- Ler o valor de medição máximo enquanto o corpo de atrito esteja se movendo junto com a placa de atrito.
- Repetir a medição várias vezes e constituir um valor médio a partir dos dados recolhidos.

Esse valor é uma medida para a força de atrito estática.

#### 5.2 Atrito dinâmico (deslizante)

- Executar a medição como descrito em 5.1, porém, deve-se ler o valor de medição no medidor de forças assim que o corpo de atrito não se mova mais.
- Repetir a medição várias vezes e constituir um valor médio a partir dos dados recolhidos.

Esse valor é uma medida para a força de atrito dinâmica.

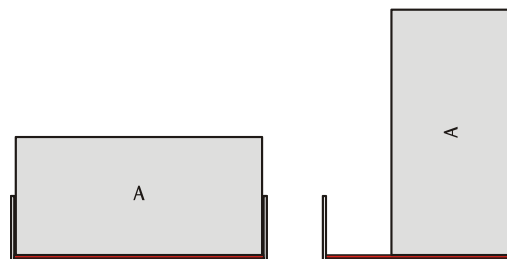


Fig. 1: Pesquisa do atrito estático e dinâmico com o corpo de atrito A para dois tamanhos de superfície de apoio.

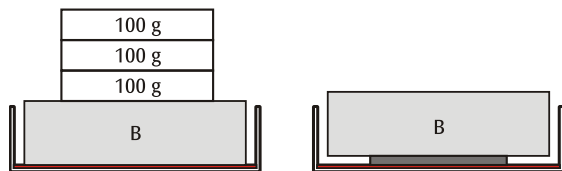


Fig. 2: pesquisa do atrito estático e dinâmico com o corpo de atrito B para diversas massas (esquerda) e diversos materiais na superfície de apoio utilizando os patins com filme aderido (direita).

## 6. Medições com o trilho de atrito inclinado

O trilho de atrito pode ser inclinado num ângulo  $\varphi$  em relação à normal. Por isso a força da normal  $F_N$  é alterada em função da força do peso  $G$  conforme  $F_N = G \cdot \cos\varphi$

- Instalar o trilho de atrito de modo que o indicador da escala angular se encontre na inclinação desejada ( $0^\circ - 60^\circ$ ).
- Colocar a placa de atrito sobre o trilho, com o lado liso ou rugoso a vista conforme a escolha.
- Colocar o corpo de atrito C sobre a placa, de modo que os rolimãs se apoiem sobre o lado inclinado mais estreito virado para baixo (veja Fig. 3).

### 6.1 Atrito estático

- Mover a placa de atrito com um movimento regular graças.
- Ler o valor de medição máximo enquanto o corpo de atrito esteja se movendo junto com a placa de atrito.
- Repetir a medição várias vezes e constituir um valor médio a partir dos dados recolhidos.

Esse valor é uma medida para a força de atrito estável.

### 6.2 Atrito dinâmico

- Executar a medição como descrito em 6.1, porém, deve-se ler o valor de medição no medidor de forças assim que o corpo de atrito não se mova mais.
- Repetir a medição várias vezes e constituir um valor médio a partir dos dados recolhidos.

Esse valor é uma medida para a força de atrito dinâmica.

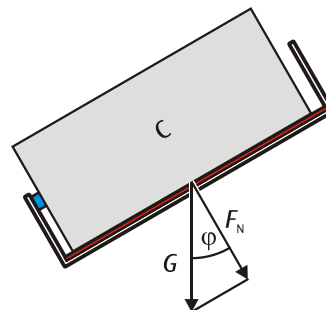


Fig. 3: medição com o trilho de atrito inclinado e corpo de atrito C.